

|                                                                                        |                                                                                                                                                    |                                 |                            |                                 |                                                               |                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 和歌山工業高等専門学校                                                                            |                                                                                                                                                    | 開講年度                            | 令和03年度 (2021年度)            |                                 | 授業科目                                                          | 流体力学                                               |
| 科目基礎情報                                                                                 |                                                                                                                                                    |                                 |                            |                                 |                                                               |                                                    |
| 科目番号                                                                                   | 0082                                                                                                                                               |                                 | 科目区分                       |                                 | 専門 / 必修                                                       |                                                    |
| 授業形態                                                                                   | 授業                                                                                                                                                 |                                 | 単位の種別と単位数                  |                                 | 履修単位: 2                                                       |                                                    |
| 開設学科                                                                                   | 知能機械工学科                                                                                                                                            |                                 | 対象学年                       |                                 | 4                                                             |                                                    |
| 開設期                                                                                    | 通年                                                                                                                                                 |                                 | 週時間数                       |                                 | 2                                                             |                                                    |
| 教科書/教材                                                                                 | 坂田光雄・坂本雅彦著 流体の力学 コロナ社                                                                                                                              |                                 |                            |                                 |                                                               |                                                    |
| 担当教員                                                                                   | 早坂 良                                                                                                                                               |                                 |                            |                                 |                                                               |                                                    |
| 到達目標                                                                                   |                                                                                                                                                    |                                 |                            |                                 |                                                               |                                                    |
| 流体工学のエネルギー保存則を表すベルヌーイの定理を理解し、実際の管路設計等に応用できる能力を身に付ける。また、ナビエ・ストークスの運動方程式の意味がわかるレベルに到達する。 |                                                                                                                                                    |                                 |                            |                                 |                                                               |                                                    |
| ルーブリック                                                                                 |                                                                                                                                                    |                                 |                            |                                 |                                                               |                                                    |
|                                                                                        | 理想的な到達レベルの目安                                                                                                                                       |                                 | 標準的な到達レベルの目安               |                                 | 未到達レベルの目安                                                     |                                                    |
| 理想流体の運動                                                                                | 理想流体の運動を理解し、他条件でも解析ができる                                                                                                                            |                                 | 理想流体の運動を理解している             |                                 | 理想流体の運動を理解していない                                               |                                                    |
| ベルヌーイの定理と運動量保存                                                                         | ベルヌーイの定理と運動量保存を理解し、他条件でも解析ができる                                                                                                                     |                                 | ベルヌーイの定理と運動量保存を理解している      |                                 | ベルヌーイの定理と運動量保存を理解していない                                        |                                                    |
| 粘性流体の運動                                                                                | 粘性流体の運動を理解し、他条件でも解析ができる                                                                                                                            |                                 | 粘性流体の運動を理解している             |                                 | 粘性流体の運動を理解していない                                               |                                                    |
| 管路内の圧力損失                                                                               | 管路内の圧力損失の計算ができる                                                                                                                                    |                                 | 管路内の圧力損失を理解している            |                                 | 管路内の圧力損失を理解していない                                              |                                                    |
| 学科の到達目標項目との関係                                                                          |                                                                                                                                                    |                                 |                            |                                 |                                                               |                                                    |
| C-1<br>JABEE C-1                                                                       |                                                                                                                                                    |                                 |                            |                                 |                                                               |                                                    |
| 教育方法等                                                                                  |                                                                                                                                                    |                                 |                            |                                 |                                                               |                                                    |
| 概要                                                                                     | 水・空気に代表される「流体」の特性とその流れの力学の基本的事項を理解する。理想流体の流れ、ナビエ・ストークス方程式、流体の運動量の法則、翼に作用する抗力と揚力、粘性流体の流れ、境界層とはく離、管路内の流れを座学の講義形式で学習する。企業でロケットの安全飛行解析業務に従事していた者が担当する。 |                                 |                            |                                 |                                                               |                                                    |
| 授業の進め方・方法                                                                              | [15分]前回の課題レポートの解説<br>[60分]基本事項の確認<br>[15分]課題レポート                                                                                                   |                                 |                            |                                 |                                                               |                                                    |
| 注意点                                                                                    | ・事前学習：教科書を一読すること<br>・事後学習：授業中に行った演習問題の復習をし、値により結果がどのように変化するか考察すること。課題レポートが終わっていない場合は取り組み、必ず提出すること。                                                 |                                 |                            |                                 |                                                               |                                                    |
| 授業の属性・履修上の区分                                                                           |                                                                                                                                                    |                                 |                            |                                 |                                                               |                                                    |
| <input type="checkbox"/> アクティブラーニング                                                    |                                                                                                                                                    | <input type="checkbox"/> ICT 利用 |                            | <input type="checkbox"/> 遠隔授業対応 |                                                               | <input checked="" type="checkbox"/> 実務経験のある教員による授業 |
| 授業計画                                                                                   |                                                                                                                                                    |                                 |                            |                                 |                                                               |                                                    |
|                                                                                        |                                                                                                                                                    | 週                               | 授業内容                       |                                 | 週ごとの到達目標                                                      |                                                    |
| 前期                                                                                     | 1stQ                                                                                                                                               | 1週                              | Orientationと流体力学の概説、レイノルズ数 |                                 | 本授業の全体論とレイノルズ数について説明できる。                                      |                                                    |
|                                                                                        |                                                                                                                                                    | 2週                              | 理想流体の運動                    | 流体力学で必要になる数学                    | ベクトルの内積と外積、完全微分方程式が理解できる。                                     |                                                    |
|                                                                                        |                                                                                                                                                    | 3週                              | 理想流体の運動                    | 流れの観察、連続の方程式                    | 流れを観察する方法と連続の方程式を説明できる。                                       |                                                    |
|                                                                                        |                                                                                                                                                    | 4週                              | 理想流体の運動                    | 連続の式、定常流と非定常流、オイラーの運動方程式        | 連続の式、定常流と非定常流の違い、オイラーの運動方程式を理解できる。                            |                                                    |
|                                                                                        |                                                                                                                                                    | 5週                              | 理想流体の運動                    | 流線と流管、流れ関数                      | 流線と流感の違いが説明できる。流線の方程式から流れ関数が導出できる。                            |                                                    |
|                                                                                        |                                                                                                                                                    | 6週                              | 理想流体の運動                    | 流体の変形と回転                        | 流体の変形と回転を説明できる。                                               |                                                    |
|                                                                                        |                                                                                                                                                    | 7週                              | 理想流体の運動                    | 速度ポテンシャル                        | 速度ポテンシャルを求めることができる。                                           |                                                    |
|                                                                                        |                                                                                                                                                    | 8週                              | 総合問題演習                     |                                 | 前期前半で学習した内容をより深く説明および計算ができる。                                  |                                                    |
|                                                                                        | 2ndQ                                                                                                                                               | 9週                              | 前期中間試験                     |                                 |                                                               |                                                    |
|                                                                                        |                                                                                                                                                    | 10週                             | エネルギー保存                    | ベルヌーイの定理                        | ベルヌーイの定理を導出できる。                                               |                                                    |
|                                                                                        |                                                                                                                                                    | 11週                             | エネルギー保存                    | ベルヌーイの定理の応用                     | ベルヌーイの定理を応用し、トリチェリの定理の導出、ピトー管を用いて流速の測定、ベンチュリ管を用いて流量の測定が可能になる。 |                                                    |
|                                                                                        |                                                                                                                                                    | 12週                             | 運動量の法則                     | 運動量保存則                          | 流体の運動量保存則を導出できる。                                              |                                                    |
|                                                                                        |                                                                                                                                                    | 13週                             | 運動量の法則                     | 運動量の法則の応用(1)                    | 運動量の法則を用いて、物体に作用する力の計算ができる。                                   |                                                    |
|                                                                                        |                                                                                                                                                    | 14週                             | 総合問題演習                     |                                 | 前期後半で学習した内容をより深く説明および計算ができる。                                  |                                                    |
|                                                                                        |                                                                                                                                                    | 15週                             | 前期期末試験                     |                                 |                                                               |                                                    |
|                                                                                        |                                                                                                                                                    | 16週                             | 試験返却・翼に作用する抗力と揚力           |                                 | 未習得内容をより深く説明および計算ができる。翼に作用する抗力と揚力を説明できる。                      |                                                    |
| 後期                                                                                     | 3rdQ                                                                                                                                               | 1週                              | 運動量の法則                     | 運動量の法則の応用(2)                    | 運動量の法則を用いて、物体に作用する力の計算ができる。ロケットが飛ぶ原理を説明できる。                   |                                                    |
|                                                                                        |                                                                                                                                                    | 2週                              | 粘性流体の運動                    | 応力について、応力と速度の関係                 | 応力について、応力と速度の関係について説明できる。                                     |                                                    |
|                                                                                        |                                                                                                                                                    | 3週                              | 粘性流体の運動式                   | ナビエ・ストークスの運動方程式                 | ナビエ・ストークスの運動方程式を導出できる。                                        |                                                    |

|  |      |     |                        |                |                                                 |
|--|------|-----|------------------------|----------------|-------------------------------------------------|
|  |      | 4週  | 粘性流体の運動<br>つかの解(1)     | ナビエ・ストークス方程式の幾 | 粘性流体の流れをナビエ・ストークスの運動方程式から求めることができる。             |
|  |      | 5週  | 粘性流体の運動<br>つかの解(2)     | ナビエ・ストークス方程式の幾 | 粘性流体の流れをナビエ・ストークスの運動方程式から求めることができる。             |
|  |      | 6週  | 次元解析<br>次元化・レイノルズ相似法則  | ナビエ・ストークス方程式の無 | ナビエ・ストークス方程式を無次元化することができる。レイノルズ相似法則を説明することができる。 |
|  |      | 7週  | 総合問題演習                 |                | 後期前半で学習した内容をより深く説明および計算ができる。                    |
|  |      | 8週  | 後期中間試験                 |                |                                                 |
|  | 4thQ | 9週  | 次元解析                   | バッキンガムのn定理     | バッキンガムのn定理を用いて、実用式を導出できる。                       |
|  |      | 10週 | 管路内の流れ                 | 層流、乱流          | 層流、乱流について説明できる。                                 |
|  |      | 11週 | 速度分布<br>分布             | 臨界レイノルズ数、遷移、速度 | 臨界レイノルズ数、遷移、速度分布について説明できる。                      |
|  |      | 12週 | 圧力損失<br>、ダルシー・ワイズバッハの式 | 管摩擦損失係数、管路の諸損失 | 管摩擦損失係数、管路の諸損失、ダルシー・ワイズバッハの式について説明できる。          |
|  |      | 13週 | ムーディー線図、管路系の総損失、ポンプ動力  |                | ムーディー線図、管路系の総損失、ポンプ動力について説明できる。                 |
|  |      | 14週 | 総合問題演習                 |                | 後期後半で学習した内容をより深く説明および計算ができる。                    |
|  |      | 15週 | 後期期末試験                 |                |                                                 |
|  |      | 16週 | 答案返却、境界層・はく離・円柱周りの流れ   |                | 未習得内容をより深く説明および計算ができる。境界層・はく離・円柱周りの流れを説明できる。    |

#### モデルコアカリキュラムの学習内容と到達目標

| 分類    |          | 分野    | 学習内容 | 学習内容の到達目標                                | 到達レベル | 授業週        |
|-------|----------|-------|------|------------------------------------------|-------|------------|
| 専門的能力 | 分野別の専門工学 | 機械系分野 | 熱流体  | 定常流と非定常流の違いを説明できる。                       | 4     | 前4         |
|       |          |       |      | 流線と流管の定義を説明できる。                          | 4     | 前5         |
|       |          |       |      | 連続の式を理解し、諸問題の流速と流量を計算できる。                | 4     | 前3,前4      |
|       |          |       |      | オイラーの運動方程式を説明できる。                        | 4     | 前4         |
|       |          |       |      | ベルヌーイの式を理解し、流体の諸問題に適用できる。                | 4     | 前9,前10,前11 |
|       |          |       |      | 運動量の法則を理解し、流体が物体に及ぼす力を計算できる。             | 4     | 前12,前13,後1 |
|       |          |       |      | 層流と乱流の違いを説明できる。                          | 4     | 後10        |
|       |          |       |      | レイノルズ数と臨界レイノルズ数を理解し、流れの状態に適用できる。         | 4     | 後11        |
|       |          |       |      | ダルシー・ワイズバッハの式を用いて管摩擦損失を計算できる。            | 4     | 後12        |
|       |          |       |      | ムーディー線図を用いて管摩擦係数を求めることができる。              | 4     | 後13,後14    |
|       |          |       |      | 境界層、はく離、後流など、流れの中に置かれた物体の周りで生じる現象を説明できる。 | 4     | 後16        |
|       |          |       |      | 抗力について理解し、抗力係数を用いて抗力を計算できる。              | 4     | 前16        |
|       |          |       |      | 揚力について理解し、揚力係数を用いて揚力を計算できる。              | 4     | 前16        |

#### 評価割合

|        | 試験 | 課題レポート | 合計  |
|--------|----|--------|-----|
| 総合評価割合 | 80 | 20     | 100 |
| 専門的能力  | 80 | 20     | 100 |